

10/511589  
10 Rec'd PCT/PTC 12 OCT 2004  
CT/JP 03/00216

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

03.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 4月12日

REC'D 28 MAR 2003  
WIPO PCT

出願番号  
Application Number:

特願2002-110807

[ST.10/C]:

[JP2002-110807]

出願人  
Applicant(s):

新日本製鐵株式会社  
ナミテイ株式会社  
株式会社オーシーシー

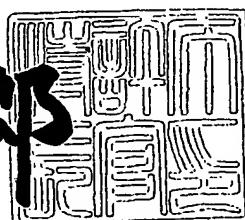
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 3月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3015521

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 1023608

【提出日】 平成14年 4月12日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01B 7/22

【発明者】

【住所又は居所】 岩手県釜石市鈴子町23-15 新日本製鐵株式会社  
釜石製鐵所内

【氏名】 大橋 章一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社  
内

【氏名】 出町 仁

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府東大阪市西堤2丁目2番23号 ナミテイ株式会  
社内

【氏名】 村尾 雅嗣

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府東大阪市西堤2丁目2番23号 ナミテイ株式会  
社内

【氏名】 本多 通保

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 591275687

【氏名又は名称】 ナミテイ株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000231811



【書類名】 明細書

【発明の名称】 海底光ファイバーケーブル補強用異形線

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、C:0.65%超~1.1%、Si:0.15~1.5%、Mn:0.20~1.5%を含有し、更にCr:1.2%以下で、(Mn+Cr):0.2~1.5%、Mo:0.01~0.1%、V:0.01~0.1%、Al:0.002~0.1%、Ti:0.002~0.1%、Nb:0.001~0.3%、B:0.0005~0.1%の1種または2種以上を合計で0.0005~0.5%含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなり、更にCe<sub>q</sub>=C+1/4Si+1/5Mn+4/13Crが、0.80%≤Ce<sub>q</sub>≤1.80%を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつL断面中心軸線上を横切るせん断帶（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、かつ、中心軸とせん断帶のなす角度が10~90°の範囲内にあり、引張り強さが、1800MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ0.2~5μmの凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

【請求項2】 質量%で、C:0.65%超~1.1%、Si:0.5~1.5%、Mn:0.20~1.5%を含有し、更にCr:1.2%以下で、(Mn+Cr):0.2~1.5%、Mo:0.01~0.1%、V:0.01~0.1%、Al:0.002~0.1%、Ti:0.002~0.1%、Nb:0.001~0.3%、B:0.0005~0.1%の1種類または2種類以上を合計で0.0005~0.5%含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなり、更にCe<sub>q</sub>=C+1/4Si+1/5Mn+4/13Crが、0.80%≤Ce<sub>q</sub>≤1.80%を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつ、パーライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の30nmの範囲で、セメンタイト/フェライト界面のSi最大偏析度（セメンタイトとフェライト界面からフェライト相側に30nmの範囲での最大Si濃

度÷バルクの Si 含有量)  $\geq 1$ 。1 を満足するように Si 偏析しており、L 断面中心軸線上を横切るせん断帶（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり 20 本/mm 以下であり、かつ、中心軸とせん断帶のなす角度が 10 ~ 90° の範囲内にあり、引張り強さが、1800 MPa 以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ 0.2 ~ 5 μm の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも 1 ケ所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は海底光ファイバーケーブル用異形線に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

光ファイバーを伝送路とした海底ケーブルの構造としては、例えば、図1または図2に示した構造のものが提案されている。

##### 【0003】

これらの構造を以下に説明する。1 は光ファイバー芯線 1a を複数本撚り合せた光ファイバーの集合体、あるいはこの集合体を紫外線硬化合成樹脂（紫外線硬化ウレタン）、あるいはこの集合体を熱可塑性合成樹脂によって固めた光ファイバーで中心部に抗張力体 1b が挿通されている。2 は前記光ファイバーユニット 1 を水圧から保護するための耐圧層、3 はケーブルに加わる引張力に対応できるように、主として鋼線（ピアノ線）を撚り合わせて構成した抗張力層である。

##### 【0004】

この抗張力体層 3 は 1 層、または複数層構造とされ、ケーブルの敷設、回収時にかかるケーブル自重による張力負荷に耐える抗張力を持ち、かつ、外傷に対してケーブルを保護する役目をする。

##### 【0005】

4 は前記抗張力体層 3 の結束と気密、中継器への給電路となる金属層で、通常

、銅またはアルミ等からなる金属テープを縫添え、溶接して宿径（絞り込み）し、チューブ状に形成したものである。

## 【0006】

また、5及び6は海水との絶縁を目的とする低密度と高密度のポリエチレン等で形成する絶縁層（シース）である。

## 【0007】

これらのケーブルのうち図1に示したものは、耐圧層2として3個の略扇形の異形線を組み合わせたものを使用している。また、図2では抗張力体層3が2層に捻り巻きされている抗張力線の競り合いによって耐圧殻となるように構成されている。

## 【0008】

海底光ケーブルの抗張力を主に担っているのは耐圧層2と抗張力体層3である。抗張力体3に使用されている鋼線（ピアノ線）の引張強さは2200 MPa レベルである。一方、耐圧層2に使用されている略扇形異形線には、例えば溶接性及び冷間加工性に優れた長尺高張力鋼線用の線材を用いた高強度の海底光ケーブル用異形線として、特公平7-65142公報では、 $C_{eq} = C + (Mn + Cr) / 5 \geq 0.57\%$ に規定した鋼線より製造される引張り強さ1226 MPa 以上の略扇形断面の異形線が提案されている。しかし、達成されている引張り強さの最大値は1520 MPa レベルであり、ピアノ線の引張り強さに比べて低いのが現状である。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

近年、海底ケーブルシステムに於いて通信容量の増大化が要求されている。通信容量の増大に対応するために光ファイバーの高性能化と共に海底光ケーブルに収納する光ファイバー数の増大化が求められている。

## 【0010】

光ファイバーの収納数の増加に伴ない、光ファイバユニットは外径が増大する。このため耐圧層2の内径が大きくなり、これに合わせてケーブル外径を増大させないためには耐圧層2の厚さを薄くしなければならぬので、ケーブルの抗

張力が低下する事になる。抗張力が低下すると、抗張力はケーブルの敷設、回収時にかかるケーブルの自重による張力負荷に対応するものなので、ケーブルの抗張力を越えないように、ケーブルの適用水深を浅くしなければならないという問題がある。

#### 【0011】

一方、耐圧層2の厚さを変えない場合は耐圧層2の外径が大きくなる事となる。この場合、耐圧層2の外径増大にともない、ケーブルの抗張力を越えないように、ケーブルの適用水深を浅くしなければならないという問題がある。

#### 【0012】

また、通信容量の増大、ファイバー数の増大に対応して中継器に要求される処理能力やアンプ数が増大することになり、中継器に供給する電力量が増大することになる。中継器には、陸上に設置された端局から金属層4を給電路として電力が供給される。給電電力量の増大に伴い、端局で印可される電圧も高電圧になるために給電路となる金属層4の導電抵抗の低減が求められている。金属層4の導体抵抗を低減させるためには金属層4の断面積を増大させる必要がある。これは金属層4の厚さを増大させる事になるため、ケーブルの重量が増大する事になる。

#### 【0013】

ケーブルの重量増加、または、抗張力の低下にともなってケーブルの適用水深を浅くなるという問題点を解決するためには、ケーブルの抗張力部材の強度を高くしなければならない。

#### 【0014】

本発明は、溶接性及び冷間加工性に優れた長尺高張力鋼線用の線材を用いて、海底光ケーブルの耐圧層2に使用される強度の高い、引張り強さ1800MPa以上の海底光ファイバーケーブル用異形線を提供するものである。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その要旨は次のとおりである。

## 【0016】

(1) 質量%で、C: 0.65%超～1.1%、Si: 0.15～1.5%、Mn: 0.20～1.5%を含有し、更にCr: 1.2%以下で、(Mn+Cr): 0.2～1.5%、Mo: 0.01～0.1%、V: 0.01～0.1%、Al: 0.002～0.1%、Ti: 0.002～0.1%、Nb: 0.001～0.3%、B: 0.0005～0.1%の1種または2種以上を合計で0.005～0.5%含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなり、更にCe<sub>q</sub> = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr が、0.80% ≤ Ce<sub>q</sub> ≤ 1.80%を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつL断面中心軸線上を横切るせん断帶（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、かつ、中心軸とせん断帶のなす角度が10～90°の範囲内にあり、引張り強さが、1800 MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ0.2～5 μmの凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有する事を特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

## 【0017】

(2) 質量%で、C: 0.65%超～1.1%、Si: 0.5～1.5%、Mn: 0.20～1.5%を含有し、更にCr: 1.2%以下で、(Mn+Cr): 0.2～1.5%、Mo: 0.01～0.1%、V: 0.01～0.1%、Al: 0.002～0.1%、Ti: 0.002～0.1%、Nb: 0.001～0.3%、B: 0.0005～0.1%の1種または2種以上を合計で0.005～0.5%含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなり、更にCe<sub>q</sub> = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr が、0.80% ≤ Ce<sub>q</sub> ≤ 1.80%を満足し、フェライト・パーライト組織あるいはパーライト組織であって、かつ、パーライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の30 nmの範囲で、セメンタイト/フェライト界面のSi最大偏析度（セメンタイトとフェライト界面からフェライト相側に30 nmの範囲での最大Si濃度÷バルクのSi含有量） ≥ 1.1を満足するようにSi偏析しており、L断面中心軸線上を横

切るせん断帯（圧延方向に対して傾斜を有するシェアバンド）の数が中心軸の単位長さ当たり20本/mm以下であり、かつ、中心軸とせん断帯のなす角度が10～90°の範囲内にあり、引張り強さが、1800MPa以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ0.2～5μmの凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも1ヶ所以上溶接部を有する事を特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

## 【0018】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳細に説明する。

## 【0019】

前述したように、ケーブルの抗張力部材の強度を高くする目的で、略扇形異形線の引張り強さを1800MPa以上にする必要がある。

## 【0020】

略扇形異形線の引張り強さは、原料線材の引張り強さと冷間加工量により決まるが、略扇形異形線を製造する際の最大の課題は加工中に発生する断線であり、断線無く高強度化を図る事が本発明のポイントである。本発明者らの検討によれば、例えば、図1に示した海底光ファイバーケーブルのための補強用略扇形異形線2を高強度化を達成しつつ加工中の断線無く製造するためには、圧延方向に対して傾きを有するせん断帯を制御する事が重要である事が判明した。そのためには、例えば、略扇形異形線の引張り強さが1800MPaでは総減面率が85%以下、2000MPaでは80%以下に抑える事が有効である。これらの条件を満たすためには、略扇形異形線の引張り強さ1800MPaでは圧延線材の引張り強さを1100MPa以上、2000MPaでは1200MPa以上は必要である。

## 【0021】

また、本発明者らは、略扇形異形線製造中の断線は、冷間加工中の発熱によるセメントタイト分解に起因する鋼材中に固溶したフリー炭素と鋼材中に固溶したフリーな窒素に起因する歪時効が進行し、発生する事を見出した。そのため、加工発熱によるセメントタイト分解を抑制するために有効な添加合金とその最適添加量

を検討した結果、フェライト中のセメンタイト／フェライト界面に存在するSi量を調整する事が有効であり、合わせてCr, Mo, V, Ti, Nbの炭化物形成する合金元素を補助的に添加する事により更に冷間加工中のセメンタイトの分解が抑制される事を見出した。

## 【0022】

また、鋼材中の窒素を減少させるとともに、不可避的固溶した窒素はMo, Al, Ti, Nb, V, Bの窒化物により固定する事により窒素起因の歪時効を抑制する事が有効である事を見出した。

## 【0023】

また、上記の鋼材は原料線材を溶接して冷間加工して略扇形異形線を製造する場合は、溶接部も含めて強度、韌性に優れている事が求められている。高強度化目的で添加するC, Si, Mn, Crは、添加量が増加する母材、溶接部の冷間加工性が悪化する組織になる傾向があるため、高強度化と冷間加工性をバランスさせた最適な範囲に規定する事が望ましい。

## 【0024】

以上のように本発明では、高強度かつ良好な溶接性、冷間加工性の全てを満足するために、成分元素の範囲を規定している。以下に成分範囲の限定理由を説明する。

## 【0025】

Cは、溶接性の観点から低い方が望ましいが、0.65%以下では、引張り強さ1100MPa以上を確保できない。一方、1.1%超では、連続鋳造工程での偏析が大きくなり、圧延線材内に冷間加工性を著しく劣化させるミクロマルテンサイト、初析セメンタイトが発生する事になるので、C含有量は0.65%超～1.1%とする。

## 【0026】

Siは、固溶態硬化作用によって線材を強化する効果がある。0.15%以下ではその効果を得られない。また、1.5%超では韌性を劣化させるので0.15%～1.5%とする。

## 【0027】

特に、異形加工中の断線率を防止するためには、前述したように冷間加工中のC起因の歪時効を抑制するためには、冷間加工中のセメンタイトの分解、Cのフェライトへの固溶を抑制する必要があるが、そのためには、Siの含有量を0.5%~1.5%とし、パーライト組織のセメンタイトとフェライト界面からフェライト相側の30nmの範囲で、セメンタイト/フェライト界面のSi最大偏析度(セメンタイトとフェライト界面からフェライト相側に30nmの範囲での最大Si濃度÷バルクのSi含有量)  $\geq 1.1$  を満足するようにSiが存在するように制御する必要がある。図3に、引張り強さが2100MPaの略扇形異形線のSiの含有量とSiのフェライト相への存在状況の略扇形異形線の加工性に及ぼす影響を示した。本発明の範囲内であれば、加工中の断線は発生しない。尚、セメンタイト/フェライト界面のSi偏析度の分布状況は、例えば、図4に示すようにAP-FIMなどにより測定し、求める事が可能である。特に、引張り強さが2000MPa以上の場合は、Siを前述の範囲に規定する事が望ましい。

## 【0028】

Siをセメンタイト/フェライト界面に効率良く偏析させるためには、例えば、伸線加工性を劣化させる粗いパーライトが析出しない程度にパーライト変態高温化、終了までの時間を長時間化し、セメンタイト析出時にフェライト相側に排出されるSi量を出来る限り多くする事が有効である。そのためには、線材圧延後の衝風冷却の冷速を1~10°C/秒以下にする事などが有効である。

## 【0029】

Mnは、溶接性に影響が少なく、強度を増加させるかつSを硫化物として固定し、線材圧延中の熱間脆性を抑制する元素であり、可能な範囲で添加することが望ましい。Mn 0.2%未満ではSを硫化物として固定することが出来ず、また、線材の引張り強さで1100MPa以上が確保出来ない。一方、1.5%超では線材の焼き入れ性が高くなりすぎて、ミクロマルテンサイトが発生し、加工性を著しく劣化される事があるので、0.2%~1.5%の範囲を限定した。

## 【0030】

CrはMnと全く同じ作用を持つ元素で、Mnの一部と置換し、添加することが出来る。また、パーライトを微細に線材の強度を上げる事に加えて前述したよ

うに、炭化物を形成し、セメントサイトの安定性を促進する元素である。Crが1.2%を越えて、しかもMnとCrの合計量が1.5%を越えるとミクロマルテンサイトが発生するのでCr:1.2%以下で、(Cr+Mn):0.2~1.5%の範囲に限定した。

## 【0031】

Mo, Al, V, Ti, Nb, Bはいずれも $\gamma$ 粒度の調整する事に加えて、前述したように炭化物、窒化物を形成し、セメントサイトの安定性及び固溶窒素の固定を促進する元素である。Mo:0.01%未満、Al:0.002%未満、V:0.01%未満、Ti:0.002%未満、Nb:0.001%未満、B:0.0005%未満で1種類または2種類以上を合計で0.0005%未満ではその効果が得られない。Mo:0.1%超、Al:0.1%超、V:0.1%超、Ti:0.1%超、Nb:0.3%超、B:0.1%超では1種類または2種類以上を合計で0.5%超ではその効果が飽和する上に韌性が劣化するためにMo:0.01~0.1%、V:0.01~0.1%、Al:0.002~0.1%、Ti:0.002~0.1%、Nb:0.001~0.3%、B:0.0005~0.1%の1種類または2種類以上を合計で0.0005~0.5%に限定した。

## 【0032】

P, Sはいずれも韌性を劣化させる観点から0.03%以下が望ましい。Nは時効抑制の観点から0.01%以下に抑える事が望ましい。

## 【0033】

原料線材の強度は、 $Ceq = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$ と線材のオーステナイト域からの冷速によって確定される。Ceqが高い程、冷速が高いほど線材の強度は増加するが、本発明者らの検討によるとCeqが0.80%以上でなければ1100MPa以上の強度を有する線材は得られないことが判明したので略扇形異形線の引張り強さが1800MPa以上では0.80%以上に限定了。これより低いCeqでは、線材の強度を確保するために、線材の冷却速度を極めて高速に上げる必要が発生し、冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトの析出を回避できないためである。

## 【0034】

また、 $C_{eq} = 1.80\%$ 超では、線材の焼き入れ性が上がり、線材の冷速を調整しても冷間加工性に有害なペーナイト、マルテンサイトが析出し、加工性を著しく劣化させる事があるので、1.80%を上限とした。

## 【0035】

ダイスによる丸線への伸線加工の場合には軸方向に揃った纖維集合組織が発達するが、略扇形異形線を製造する際には、一般的には、略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行うために、図5に示すように軸方向平行に揃った組織に加えて圧延方向に対して傾きを有するせん断帶10が形成される。せん断帶10のパーライトラスラー間隔は、圧延方向に揃ったパーライトのラメラー間隔より極めて微細であり、加工歪が局部的に集中している事を示している。そのため、せん断帶10の延性は周囲に比較して低く、最悪の場合、図6に示すように加工中にせん断帶10を起点に断線13が発生し、また、略扇形異形線自体の延性低下の原因ともなるので、その存在を極力少なくする必要があるとともに、不可避的に存在する場合もせん断10と中心軸11のなす角度12が極端に低角度にならぬようとする事が重要である。低角度である事は、ローラー圧延中の略扇形の外径側と内径側の変形状況が大きく異なり、よりせん断帶に歪が集中する事になり、延性が低下している事を意味している。図7に示すように、略扇形異形線のL断面中心軸線11上を横切るせん断帶の数が中心軸12の単位長さ当たり20本/mm以下、かつ、中心軸11とせん断帶のなす角度12が10~90°の範囲内とする事により加工中の断線を抑制できる。尚、せん断帶の傾きは、冷間圧延のカリバー条件などにより圧延方向に傾く場合とその反対方向へ傾く場合があるが、せん断帶と中心軸とのなす角度は、圧延方向に関係なく、小さい方の角度を10~90°の範囲に規定するものである。

## 【0036】

このせん断帶10の発生を抑制する手法としては、例えば、前述したように、略扇形異形線の強度が上がるに従い、総減面率を小さくする事により達成できる。しかし、従来実用化されている線径5.0mmの線材では、冷間加工時の減面率を小さくする事に限界がある。線径5.0mm未満、例えば4.5mm, 4.0mm,

3. 0 mmなどの線材を冷間加工し、略扇形異形線を製造する事により減面率は低減可能となる。また、線径 5. 0 mm以下とする事により線材圧延中の加工量が増加する効果により、粒径が微細となり、粒度番号で 8 番以上に微細化する事が可能となり、単に総減面率を低減する以上の延性改善効果が発揮される。更に、前述したように Si の添加量を調整し、伸線加工中の歪時効抑制も効果的である。

#### 【0037】

また、せん断帯 10 発生を抑制し、かつ角度 12 を制御するためには、略扇形の外径側と内径側の相対速度が大きく異なるように上下の圧延ローラーのカーブ形状を調整する事も有効である。

#### 【0038】

尚、図 6 の断線の例は、せん断帯の角度は本発明の範囲を満足するが、せん断帯本数が単位長さ当たり 24.3 本/mm あり、本発明の範囲を越えるために断線が発生した。

#### 【0039】

前述したように、全長約 50 ~ 100 km の条長を有する海底ケーブルを製造するに、2 t 単重線材に於いて良好な溶接性と溶接部を含めた全長で良好な加工性を有し、略扇形異形線に加工した際に、1800 MPa 級以上の強度を確保する成分系としては、 $C_{eq} = C + 1/4 Si + 1/5 Mn + 4/13 Cr$  として、 $0.80\% \leq C_{eq} \leq 1.80\%$  の範囲内に調整する事が有効である。

#### 【0040】

尚、溶接部とその近傍は  $A_1$  点以上に加熱された後急冷されるため、溶接ままでは硬質なマルテンサイト組織となり、冷間加工性が著しく劣化しているために、溶接後に溶接部を再度オーステナイト域に加熱し、冷却する熱処理が必要である。

#### 【0041】

例えば、強化加圧アップセット溶接条件としては、 $A_1$  点温度 + 50 °C 以上で、線材線径 D (単位: mm) において  $5 \times D$  (単位: 秒) 以上の条件で加熱後に強化加圧アップセット溶接する。その溶接部を  $A_1$  点温度 + 50 °C 以上、 + 300 °C 以上の温度範囲で、線材線径 D (単位: mm) において  $5 \times D$  (単位: 秒) 以上

の加熱時間で再加熱後に、冷速3～20°C／秒の条件で冷却する。あるいは、焼鈍時の再加熱後に、TTT曲線のノーズ温度～TTT曲線のノーズ温度+50°Cの範囲に冷速3～20°C／秒の条件で冷却し、その後、TTT曲線のノーズ温度～TTT曲線のノーズ温度+50°Cの範囲に5秒以上、5分以下保持し、その後、3°C／秒以上の冷速で冷却する事が望ましい。

#### 【0042】

線材の溶接において、問題となるのは、溶接後の焼鈍工程で前述の目標を達成する組織を確保する事にある。一般的には、バット溶接後、溶接部をγ域に再加熱した後に冷速を制御し冷却し、焼鈍を実施する。その際、Ce<sub>q</sub>が0.80%未満では、良好な溶接性、加工性を有する組織は確保できるが、溶接部強度として、1100MPa以上の強度を有する線材は得られず、略扇形異形線の引張り強さとして、1800MPa以上は確保出来ないので、Ce<sub>q</sub>として0.80%以上に限定した。これより低いCe<sub>q</sub>では、線材の強度を確保するために、焼鈍時の冷却速度を極めて高速に上げる必要が発生し、冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトの析出を回避できないためである。

#### 【0043】

また、Ce<sub>q</sub>=1.80%超では、線材の焼き入れ性が上がり、焼鈍時の冷速を調整しても冷間加工性に有害なベーナイト、マルテンサイトが析出し、溶接部の加工性を著しく劣化させる事があるので、1.80%を上限とした。

#### 【0044】

また、圧延線材を溶接して長尺線材とするその他方法としては、強加工アップセット方式、TIG方式、レーザー方式などを用い、特に限定されない。

#### 【0045】

ただし、溶接後の熱処理でも熱影響部は不可避的に発生しているため、熱影響によりラメラーセメンタイトが分解、球状化しており、線材段階でも母材に比較して強度が低い上に、冷間加工中の加工硬化量が低いため、異形線の母材部と熱影響部の強度差は、線材段階での母材部と熱影響部の強度差以上に大きくなる。この傾向は略扇形異形線が高強度になるに従い顕著になる。

#### 【0046】

これらの問題を解決する手段としては、例えば、線材圧延前のピレットを加熱炉にて加熱直後のオーステナイト域の温度にて溶接した後に線材圧延を行う事が有効である。ピレットを熱間で溶接する事により先の熱影響部の問題は皆無となる。均一な組織、機械的特性を有する 2 t を越える大単重線材コイルから略扇形異形線を製造することにより、異形線の機械的特性のバラツキは大幅に軽減できる。

## 【0047】

ピレットを熱間で溶接する方法としては、フラッシュバット方式、強加工アップセット方式、TIG方式、レーザー方式などを用い、特に限定されないが、溶接時のピレットの温度低下保証など考慮するとピレットは 1000°C 以上に加熱後に溶接する必要がある。

## 【0048】

海底ケーブル用ケーブルは前述した図 1 に示すように、水走り防止のために、光ファイバユニット 1 と耐圧層 2、あるいは、耐圧層 2 と金属層 4 の間の空隙部分にコンパウンドを充填する。ここで、例えば、図 1 に示すように略扇形異形線 2 の内周面 9 に梨地加工が施されると、コンパウンドとの間の摩擦係数が増加し、水走り防止性が向上する。

## 【0049】

また、略扇形異形線 2 の側面 8 が梨地状に加工されていると、略扇形異形線を組み合わせて耐圧層を構成した時、耐圧層の構造安定性が増加する。

## 【0050】

この梨地は深さ 0.2 ~ 5 μm 程度の凹凸で、略扇形異形線製造工程の採集工程のロール表面を梨地加工すること、あるいは異形線の表面をショットブラスト加工することなどによって付与される。

## 【0051】

尚、略扇形異形線の本数としては、図 1 で円形を 3 分割した略扇形の形状を示しているが、3 分割に限定しているものではなく、その用途、使用条件により複数本の分割扇形とすることが出来る。尚、工業的見地から 2 ~ 10 本程度扇形が望ましい。

【0052】

## 【実施例】

## (実施例1)

上記の特徴を有する陸上光ファイバーケーブル補強用異形線は、例えば、0.82%C-1.0%Si-0.50%Mn-0.0045%Al (Ceq = 1.23%) を含有する単重2tのピレットを1050°Cに加熱後に、2つのピレットを熱間でフラッシュバット溶接した後、線径4.0mmに圧延し、7°C/秒程度の衝風冷却により引張り強さ1300MPaに調整した単重4tの線材コイルを製造する。その後、スケールを除去後に磷酸亜鉛被膜処理し、3.0mmまでダイス伸線とし、ローラーの冷間圧延で厚さ1.8mmの断面矩形状線材とする。ついで略扇形にするために略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行い、図2の海底光ファイバーケーブルに示すような外径b:5.2mm、内径a:2.55mm、厚みt:1.325mm、引張り強さ1820MPaの梨地深さは平均で1μmmを有する長さ60kmの略扇形異形線2を得ることが出来る。その略扇形異形線のL断面ミクロ組織にはせん断帶は存在しない。

【0053】

表1～表6（表2～表6は表1のつづき）に線材の組成、Ceq、TS、線材を異形線に加工したときに加工性、異形線の強度、保護層を形成する異形線の数などを示した。

【0054】

【表1】

試験 No.	化 学 成 分 (%)										Nb	V	B	Al+Ti+Nb+V+ B
	C	Si	Mn	Cr	Mn+Cr	Qeq	Al	Ti	No					
本発明例 1	0.67	0.22	0.80		0.80	0.89	0.042							0.042
2	0.72	0.20	0.75		0.75	0.92	0.044							0.044
3	0.82	0.21	0.77		0.77	1.03	0.035							0.035
4	0.93	0.19	0.72		0.72	1.12	0.038							0.038
5	1.04	0.22	0.75		0.75	1.25	0.040							0.040
6	0.82	0.22	0.50	0.24	0.74	1.05	0.039							0.039
7	0.82	0.19	0.22	0.72	0.94	1.13	0.025							0.025
8	0.81	0.19	0.75		0.75	1.01		0.015						0.015
9	0.79	0.22	0.15		0.75	1.00	0.022	0.020						0.042
10	0.82	0.24	0.73		0.73	1.03	0.035		0.043					0.078
11	0.83	0.24	0.65		0.65	1.02	0.032							0.087
12	0.80	0.23	0.63		0.63	0.98	0.031							0.083
13	0.82	0.21	0.62		0.62	1.00	0.033							0.076
14	0.83	0.19	0.64		0.64	1.01	0.025	0.015						0.140
15	0.80	0.22	0.65		0.65	0.99	0.035							0.135
16	0.79	0.23	0.68		0.68	0.98	0.033							0.117
17	0.83	0.25	0.62		0.62	1.02	0.022	0.015						0.042
18	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.036							0.173
19	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
20	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
21	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
22	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
23	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
24	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.035
25	0.92	0.21	0.77		0.77	1.13	0.035							0.045
26	0.92	0.65	0.53		0.53	1.19	0.045							0.043
27	0.92	1.20	0.52		0.62	1.32	0.043							0.041
28	0.92	1.45	0.53		0.53	1.39	0.041							0.039
29	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039							0.039
30	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039							0.039
31	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039							0.038
32	0.92	1.00	0.32	0.21	0.53	1.30	0.039							0.038

【0055】

【表2】

試験 No.	線径 (mm)	線材のTS (MPa)	線材の組織	接続手段		接続部のTS (MPa)	接続部の組織
				$\alpha + P$	強加圧TIG セット		
本実験例	1 6.30	1131	$\alpha + P$	強加圧TIG セット		1118	$\alpha + P$
	2 6.00	1176	P	強加圧TIG セット		1162	P
	3 5.00	1298	P	レザ"-		1279	P
	4 4.50	1410	P	レザ"-		1388	P
	5 4.00	1552	P	フジシヨウガト		1524	P
	6 5.00	1325	P	フジシヨウガト		1306	P
	7 6.00	1399	P	TIG		1319	P
	8 5.50	1247	P	TIG		1231	P
	9 5.50	1262	P	強加圧TIG セット		1246	P
	10 5.00	1342	P	強加圧TIG セット		1323	P
	11 5.00	1345	P	レザ"-		1326	P
	12 5.00	1303	P	レザ"-		1284	P
	13 5.00	1309	P	フジシヨウガト		1290	P
	14 5.00	1386	P	フジシヨウガト		1366	P
	15 5.00	1359	P	TIG		1340	P
	16 5.00	1339	P	TIG		1319	P
	17 5.00	1432	P	強加圧TIG セット		1411	P
	18 4.50	1412	P	強加圧TIG セット		1390	P
	19 4.50	1412	P	レザ"-		1390	P
	20 4.50	1412	P	フジシヨウガト		1350	P
	21 4.50	1412	P	B7熱間溶接		1412	P
	22 4.50	1412	P	強加圧TIG セット		1404	P
	23 4.50	1412	P	TIG		1390	P
	24 4.50	1412	P	TIG		1390	P
	25 4.50	1412	P	B7熱間溶接		1412	P
	26 5.50	1422	P	強加圧TIG セット		1416	P
	27 5.50	1435	P	強加圧TIG セット		1438	P
	28 5.50	1457	P	レザ"-		1399	P
	29 5.50	1417	P	フジシヨウガト		1393	P
	30 4.00	1418	P	フジシヨウガト		1390	P
	31 3.50	1419	P	TIG		1386	P
	32 3.00	1420	P	TIG		1386	P

\*組織略号:  $\alpha$ :フェライト、P:パラサイト、M:ベーネイト、B:初折セメントサイト、D:マルテンサイト

【0056】

【表3】

異性線の特性										せん断帯の角度	加工性
試験 No.	外径 (mm)	内径 (mm)	減面率 (%)	TS (MPa)	EL (%)	保强度を形成する異形線の箇数	$\alpha/\theta$ 界面のSI:塑性	せん断 帯の数			
本発明例	1	5.20	2.55	82.8	1830	3.2	3	13	42	良好	
2	5.20	2.55	80.8	1838	3.3	3	—	11	43	良好	
3	5.20	2.55	72.3	1812	3.1	3	—	7	48	良好	
4	5.20	2.55	65.8	1840	3.2	3	—	0	45	良好	
5	5.20	2.55	66.8	1887	3.0	3	—	0	43	良好	
6	5.20	2.55	72.3	1839	2.9	3	—	7	42	良好	
7	5.20	2.55	72.3	1913	2.9	3	—	8	42	良好	
8	5.20	2.55	77.1	1837	3.2	3	—	7	45	良好	
9	5.20	2.55	77.1	1852	3.2	3	—	8	39	良好	
10	5.20	2.55	72.3	1858	3.3	3	—	8	38	良好	
11	5.20	2.55	72.3	1859	3.1	3	—	7	43	良好	
12	5.20	2.55	72.3	1817	3.2	3	—	8	42	良好	
13	5.20	2.55	72.3	1823	3.0	3	—	8	41	良好	
14	5.20	2.55	72.3	1800	3.1	3	—	7	45	良好	
15	5.20	2.55	72.3	1873	3.2	3	—	8	48	良好	
16	5.20	2.55	72.3	1852	3.0	3	—	6	48	良好	
17	5.20	2.55	72.3	1946	2.9	3	—	8	43	良好	
18	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	8	46	良好	
19	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	8	28	良好	
20	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	8	58	良好	
21	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	8	66	良好	
22	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	3	42	良好	
23	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	17	43	良好	
24	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	16	47	良好	
25	5.20	2.55	65.8	1842	3.1	3	—	12	35	良好	
26	5.20	2.55	77.1	2012	2.8	3	1.22	4	39	良好	
27	5.20	2.55	77.1	2025	2.9	3	1.34	3	32	良好	
28	5.20	2.55	77.1	2047	3.1	3	1.56	6	36	良好	
29	5.20	2.55	77.1	2007	3.0	3	1.43	6	31	良好	
30	5.20	2.55	78.6	2035	3.0	6	1.52	7	29	良好	
31	5.20	2.55	79.1	2045	3.0	8	1.77	5	26	良好	
32	5.20	2.55	77.3	2013	3.0	10	1.83	—	—	—	

【表4】

試験 No.	化 学 成 分 (%)											
	C	Si	Mn	Cr	Mn+Cr	Geq	Al	Ti	Mo	V	Nb	B
33	0.60	0.25	0.54		0.54	0.77	0.036					0.036
34	1.12	0.25	0.88		0.88	1.36	0.042					0.042
35	0.82	1.64	0.55		0.55	1.34	0.041					0.041
36	0.82	0.25	1.00	0.67	1.67	1.29	0.042					0.042
37	0.82	1.03	0.53		0.53	1.18	0.042	0.026	0.230	0.160	0.230	0.037
38	0.82	0.25	0.95		0.95	1.07	0.042					0.042
39	0.82	0.22	0.92		0.92	1.06	0.041					0.041
40	0.82	0.24	0.91		0.91	1.08	0.043					0.043
41	0.82	1.01	0.47		0.47	1.17	0.040					0.040

【0058】

【表5】

試験 No.	試験 No.	試験の特 性		接合部の組織
		線材の 直径 (mm)	線材のTS (MPa)	
33	6.80	985	$\alpha + P$	TIG $\alpha + P$
34	5.00	1478	P+初析θ	強加圧ガバット P+初析θ+M
35	5.00	1452	P+B	強加圧ガバット P+M
36	5.00	1473	P+M	レバーベル P+M
37	5.50	1428	P+M	レバーベル P+M
38	5.50	1343	P	ガラシガバット P
39	5.50	1328	P	ガラシガバット P
40	5.50	1333	P	11G P
41	5.50	1440	P	TIG P
				984 1499 1473 1494 1447 1326 1311 1316 1421

\* 試験番号 :  $\alpha$  : フェライト、P : パーライト、θ : 初析セメントサイト、T : ベーナイト、M : ベーナイト、M : マルテンサイト

【0059】

【表6】

異性線の特性							
試験 No.	外径 (mm)	内径 (mm)	表面率 (%)	TS (MPa)	EL (%)	保護層を形成す る異形線の箇数	$\alpha/\theta$ 界面 のSI屈折度
比較例							
33	5.20	2.55	85.0	1755	3.2	3	—
34	5.20	2.55	72.3	1992	1.2	3	—
35	5.20	2.55	72.3	1966	1.6	3	—
36	5.20	2.55	72.3	1987	1.5	3	1.93
37	5.20	2.55	77.1	2018	1.7	3	1.83
38	5.20	2.55	77.1	1934	1.2	3	—
39	5.20	2.55	77.1	1918	1.5	3	—
40	5.20	2.55	77.1	1924	2.1	3	—
41	5.20	2.55	77.1	2130	0.7	3	1.03
							せん断帯 の角度
							43
							良好
							断線発生

【0060】

N o. 1 ~ 3 2 までが本発明例で、その他は比較例である。本発明であれば、線材の良好な加工性が確保され、2 0 0 0 MPa 級を越える略扇形異形線が製造可

能である。

【0061】

比較例No. 33に示すように、Ce<sub>q</sub>が、本発明の範囲を低め目に外れるため、断線を抑制するために総減面率85%以下製造しようとした場合、1800 MPa以上 の略扇形異形線の強度を確保する事が出来ない。

【0062】

比較例No. 34に示すように、Cが本発明の範囲を高め目に外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

【0063】

比較例No. 35に示すように、Siが本発明の範囲を高め目に外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

【0064】

比較例No. 36に示すように、(Mn + Cr)が本発明の範囲を高め目に外れる場合、溶接部を含めて加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

【0065】

比較例No. 37に示すように、範囲内にCe<sub>q</sub>があっても、Al, Ti, Mo, V, Nb, Bの総量が高めに外れれば、加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

【0066】

以上、比較例33～37に示すように成分が本発明の範囲内に外れれば、高強度略扇形異形線は安定的に製造出来ない。

【0067】

比較例No. 38に示すように、略扇形異形線内のせん断帶角度が、本発明の範囲を多めに外れる場合、比較例No. 39に示すように、せん断帶角度が本発明の範囲を低めに外れる場合、比較例40に示すように、略扇形異形線内のせん断帶の数が、せん断帶角度が本発明の範囲を両方外れる場合、加工中に断線が多発し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

【0068】

以上、比較例38～40に示すように成分が本発明の範囲内にあっても、ミクロ組織としてせん断帶の数、角度が本発明の範囲から外れれば、高強度略扇形異形線は安定的に製造出来ない。

#### 【0069】

比較例No. 40に示すように、セメンタイト／フェライト界面のSi偏析度が、本発明の範囲を多めに外れる場合、伸線中の時効が進行し、加工性が著しく劣化し、略扇形異形線を安定的に製造出来ない。

#### （実施例2）

0.82%C-1.0%Si-0.50%Mn-0.0045%Al (Ceq = 1.23%) を含有する単重2tのピレットを1050°Cに加熱後に、線径4.0mmに圧延し、7°C/秒程度の衝風冷却により引張り強さ1300MPaに調整した単重2tの線材コイルを製造し、その後、スケールを除去後に磷酸亜鉛被膜処理した。その後、線材を900°C×1分間に加熱し、バット溶接し、冷却する。その溶接部を850°C×1分間で再加熱後に、冷速10°C/秒の条件で冷却した後に3.0mmまでダイス伸線とし、ローラーの冷間圧延で厚さ1.8mm厚の断面矩形状線材とした。ついで略扇形にするために略扇形状カリバーを有するローラーにて冷間圧延を行い、外径b:5.2mm、内径a:2.55mm、厚みt:1.325mm、引張り強さ1820MPaの梨地深さは平均で1μmを有する長さ60kmの略扇形異形線を製造した。

#### 【0070】

##### 【発明の効果】

本発明の略扇形異形線は、溶接により所望の長尺が得られ、しかも非常に高い強度が確保できるため、ケーブルの重量増加、または、抗張力の低下にともなつて適用水深が浅くなるという問題点を解決することができる。また、現状の構造のケーブルに適用した場合、より深い水深に適用できるという効果も有する。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

(a) は、略扇形異形線を使用して耐圧層を形成した海底ケーブルの傾斜図である。(b) はその断面図である。

## 【図2】

ピアノ線のみを使用して耐圧層を形成した海底ケーブルの断面図である。

## 【図3】

TS = 2100 MPa 級略扇形異形線のSiの含有量とSiのフェライト相への存在状況の略扇形異形線の加工性に及ぼす影響を示した図である。

## 【図4】

0.82%C-1.02%Si-0.52%Mn-0.0042%Al成分系  
略扇形異形線のパーライト組織中のSi分布状況をAP-FIMにより測定した  
例を示す図である。

## 【図5】

(a), (b) は略扇形異形線のL断面組織を示す写真である。

## 【図6】

(a), (b) は略扇形異形線の加工中断線事例を示す写真である。

## 【図7】

略扇形異形線のL断面中心軸線上を横切るせん断帶の数、角度の略扇形異形線  
の断線に及ぼす影響を示す図である。

## 【図8】

海底光ファイバーケーブルの水走長試験の模式図。

## 【符号の説明】

1 …光ファイバユニット

2 …耐圧層

3 …抗張力層

4 …金属層

5 …絶縁層

6 …絶縁層

7 …略扇形異形線外周面

8 …略扇形異形線側周面

9 …略扇形異形線内周面

10 …せん断帶

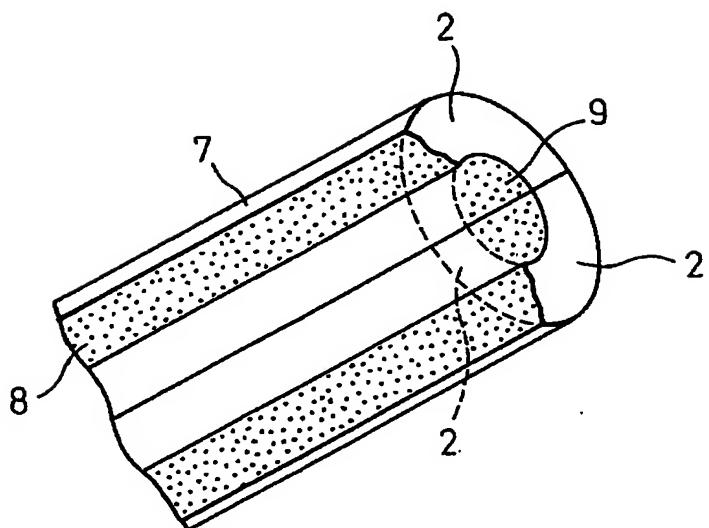
- 1 1 … 略扇形異形線 L 断面の中心軸
- 1 2 … せん断帯と略扇形異形線 L 断面の中心軸のなす角度
- 1 3 … 略扇形異形線の断線部
- 1 4 … 光海底ケーブル水走試験用サンプル
- 1 5 … 金属キャップ
- 1 6 … 水圧管

【書類名】 図面

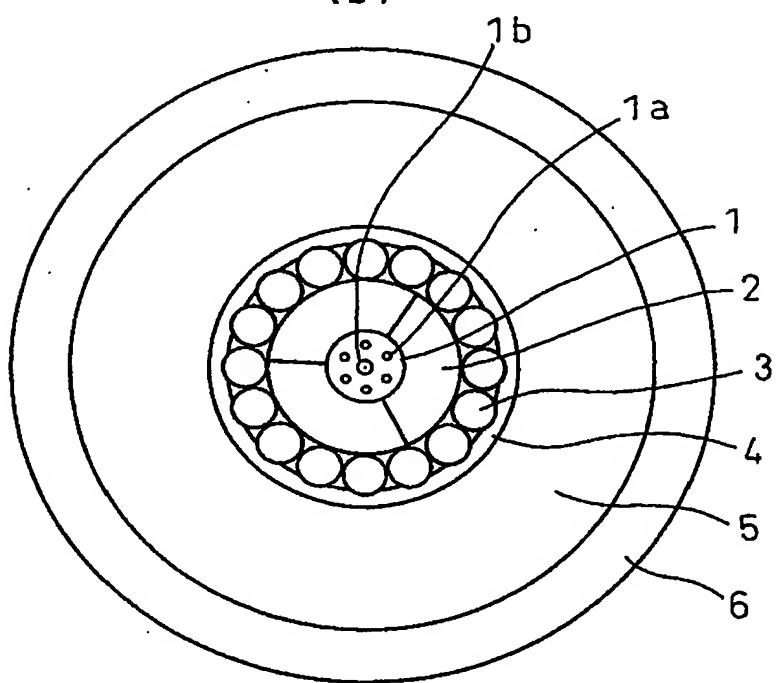
【図1】

図1

(a)

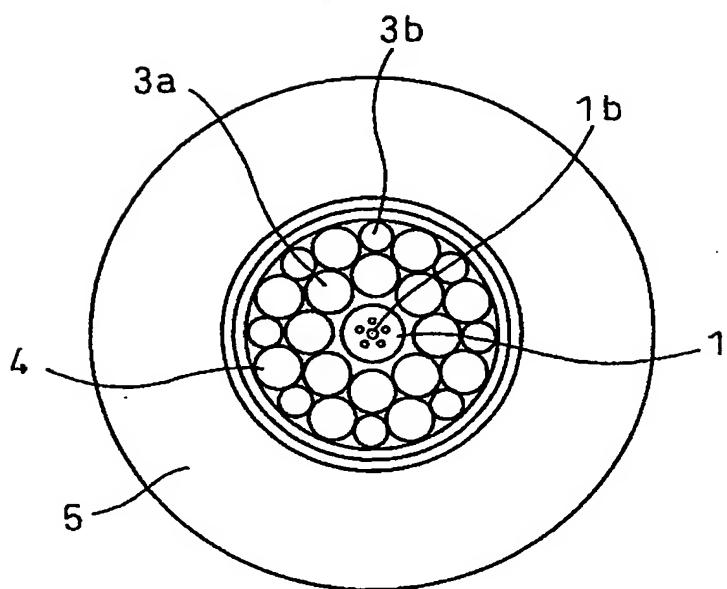


(b)



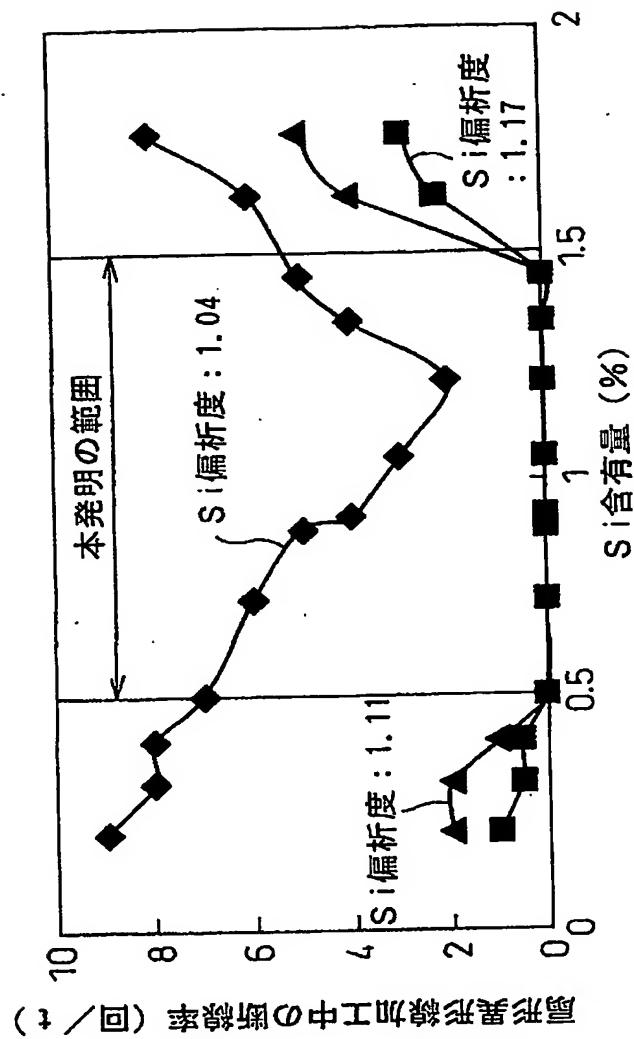
【図2】

図2



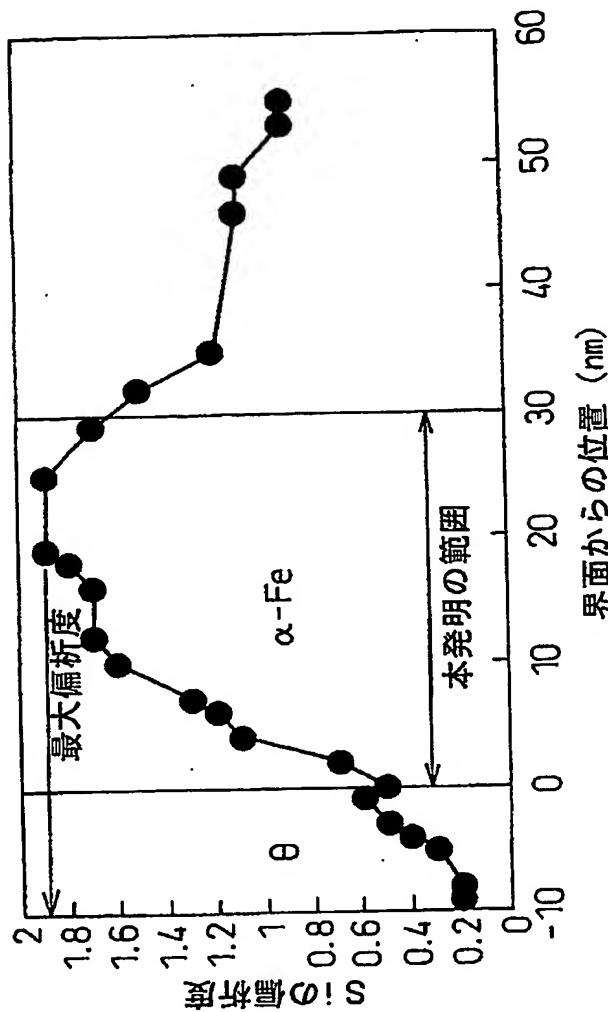
【図3】

図3



【図4】

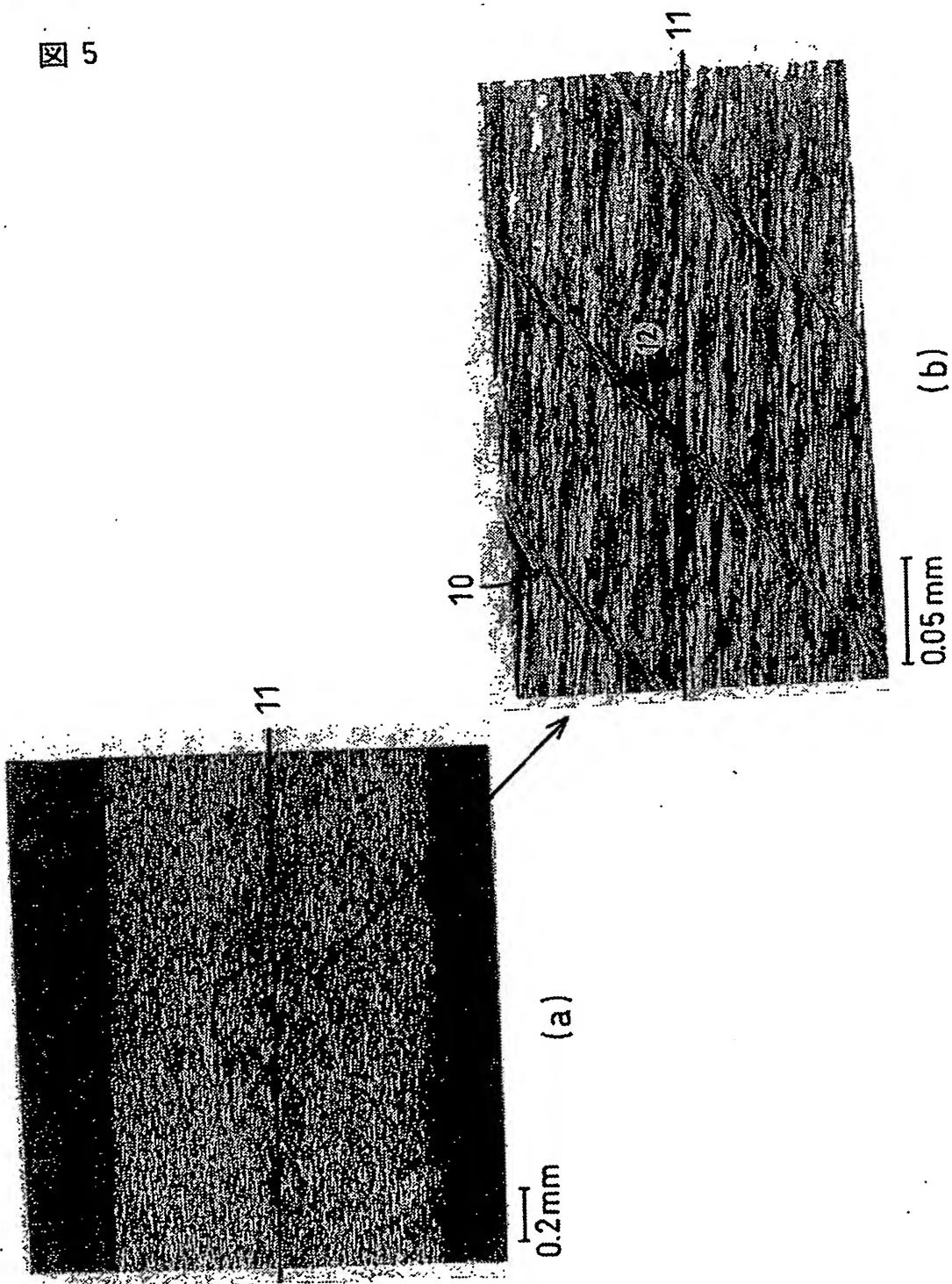
図 4



2002-110807

【図5】

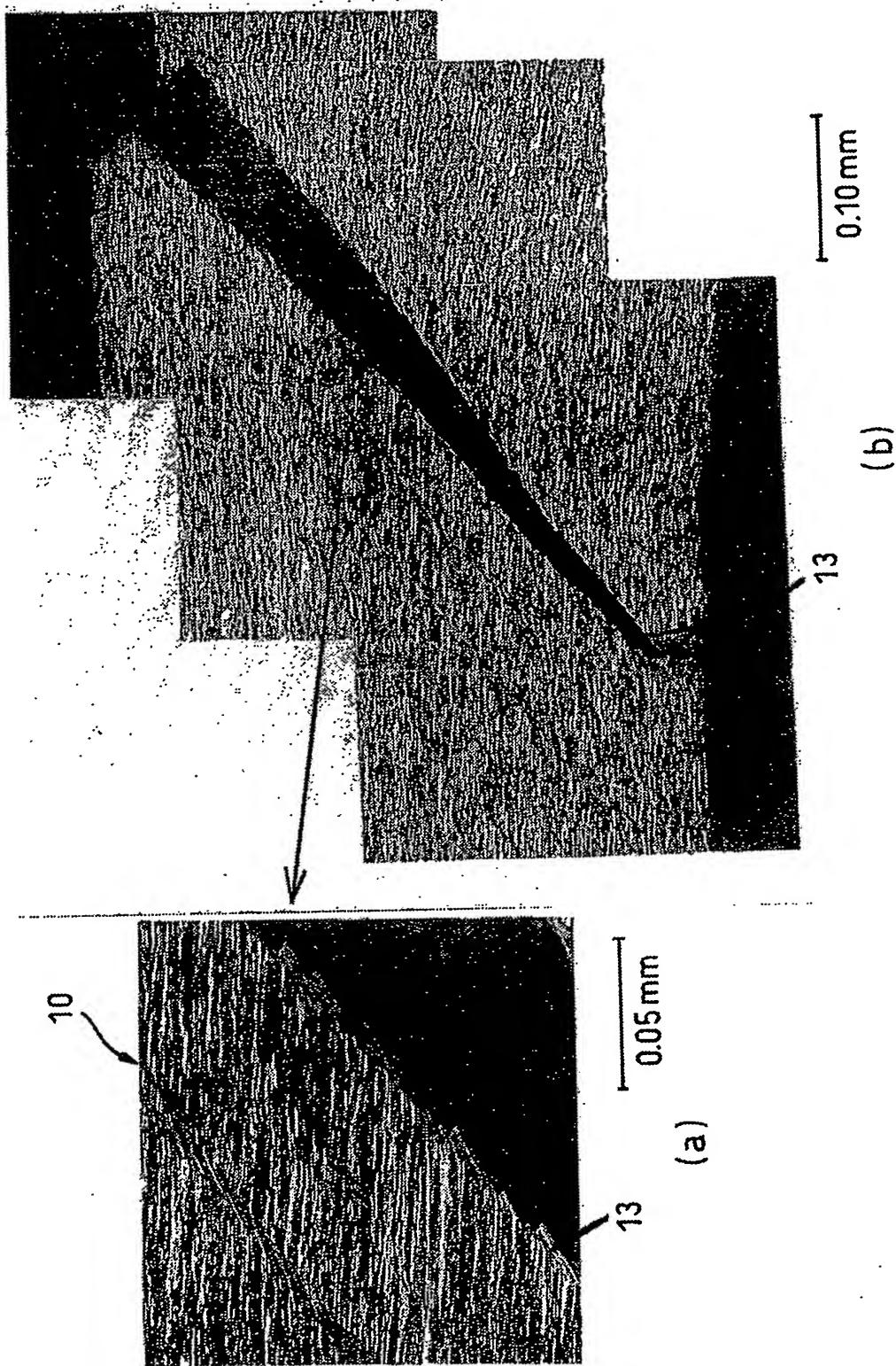
図5



2002-110807

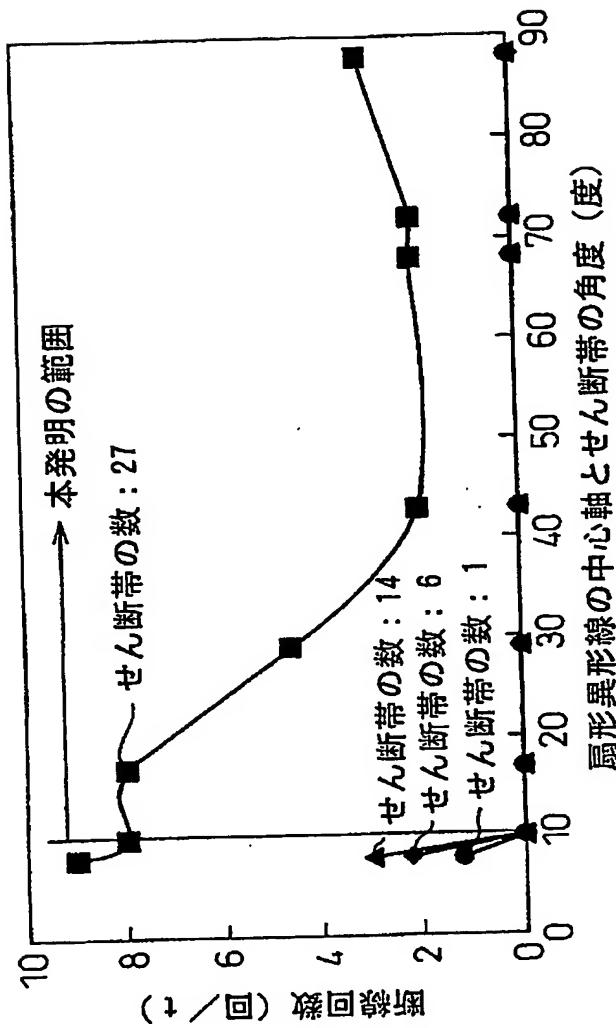
【図6】

図6



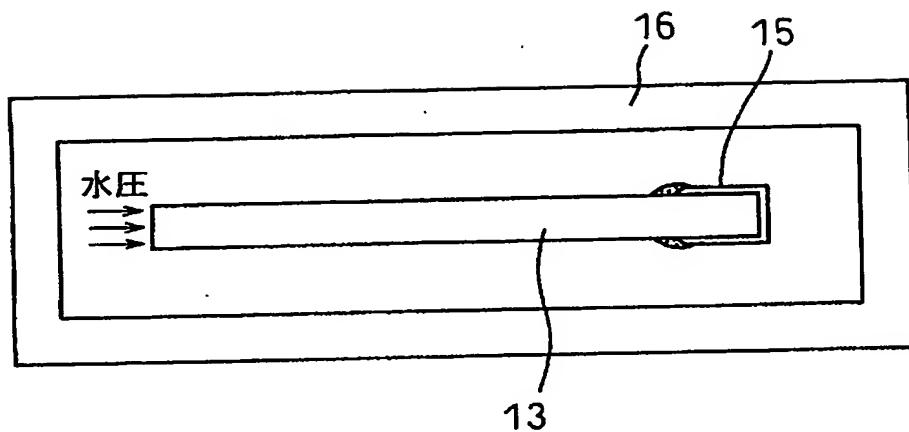
【図7】

図 7



【図8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 海底光ケーブルの耐圧層に使用される強度の高い、引張り強さ 180 MPa 以上の海底光ファイバーケーブル用異形線を提供する。

【解決手段】 質量%で、C : 0. 65%超～1. 1%で  $C_{eq} = C + 1/4 S_{i+1/5Mn+4/13Cr}$  が、0. 80% ≤  $C_{eq}$  ≤ 1. 80% を満足し、L断面中心軸線上を横切るせん断帶の数が中心軸の単位長さ当たり 20 本/mm 以下であり、中心軸とせん断帶のなす角度が 10～90° の範囲内にあり、引張り強さが、1800 MPa 以上で、断面積が略扇形をなし、該略扇形が複数本合わさり光ファイバーを収容する円形中空断面を構成し、表面に深さ 0. 2～5 μm の凹凸からなる梨地表面を有し、長さ方向に少なくとも 1 ケ所以上溶接部を有することを特徴とする海底光ファイバーケーブル補強用異形線。

【選択図】 図 7

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

氏 名 新日本製鐵株式会社

## 出願人履歴情報

識別番号 [591275687]

1. 変更年月日 1999年11月22日

[変更理由] 住所変更

住 所 大阪府東大阪市西堤2丁目2番23号

氏 名 ナミテイ株式会社

## 出願人履歴情報

識別番号 [000231811]

1. 変更年月日 1999年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都港区芝浦1丁目2番1号  
氏 名 株式会社オーシーシー

2. 変更年月日 2002年11月 8日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市西区みなとみらい2丁目3番5号  
氏 名 株式会社オーシーシー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**